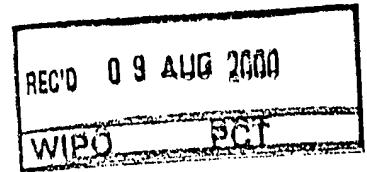


**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

DE 10 162 9



**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

4

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

199 28 187.4

**Anmeldetag:**

19. Juni 1999

**Anmelder/Inhaber:**

ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:**

Piezoaktor

**IPC:**

H 01 L, H 02 N

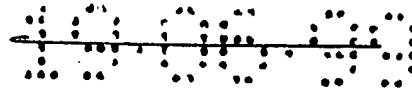
Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 14. Juli 2000

**Deutsches Patent- und Markenamt****Der Präsident**

Im Auftrag

Faus



-1-

R. 36082

## Piezoaktor

### Stand der Technik

Die Erfindung betrifft einen Piezoaktor, beispielsweise zur Betätigung eines mechanischen Bauteils wie ein Ventil oder dergleichen, nach den gattungsgemäßen Merkmalen des Hauptanspruchs.

Es ist allgemein bekannt, dass unter Ausnutzung des sogenannten Piezoeffekts ein Piezoelement aus einem Material mit einer geeigneten Kristallstruktur aufgebaut werden kann. Bei Anlage einer äußeren elektrischen Spannung erfolgt eine mechanische Reaktion des Piezoelements, die in Abhängigkeit von der Kristallstruktur und der Anlagebereiche der elektrischen Spannung einen Druck oder Zug in eine vorgebbare Richtung darstellt. Der Aufbau dieses Piezoaktors kann hier in mehreren Schichten erfolgen

19.08.99

5

-2-

(Multilayer-Aktoren), wobei die Elektroden, über die die elektrische Spannung aufgebracht wird, jeweils zwischen den Schichten angeordnet werden. Beim Betrieb des Piezoaktors ist darauf zu achten, dass durch mechanische Spannungen im Lagenaufbau keine störenden Rissbildungen entstehen.

#### Vorteile der Erfindung

Der eingangs beschriebene Piezoaktor, der beispielsweise zur Betätigung eines mechanischen Bauteils verwendbar sein kann, ist in vorteilhafter Weise mit einem Mehrschichtaufbau von Piezolagen und dazwischen angeordneten Elektroden aufgebaut. Bei einer wechselseitigen seitlichen Kontaktierung der Elektroden entsteht im Bereich zwischen zwei Piezolagen jeweils eine neutrale Phase. Da die jeweils an einer Seite kontaktierten Elektroden kammartig in den Lagenaufbau integriert sind, müssen die in Richtung des Lagenaufbaus aufeinanderfolgenden Elektroden jeweils abwechseln an gegenüberliegenden Seiten kontaktiert werden.

Die an einer Seite kontaktierten Elektroden können dabei in der Regel nicht immer vollständig bis an die gegenüberliegende Seite geführt werden, da sonst Spannungsüberschläge zur Zerstörung des Piezoaktors führen können. Bei einer Betätigung des Piezoaktors, d.h. bei Anlage einer Spannung zwischen den im Lagenaufbau gegenüberliegenden Elektroden treten unterschiedliche mechanische Kräfte im Bereich der Elektroden sowie in den nichtkontaktierten neutralen Phasen auf, die zu mechanischen Spannungen und Rissbildungen im Piezoaktor führen können.

Bei einer vorteilhaften erfindungsgemäßen Ausführungsform wird in vorgegebenen Abständen jeweils eine Elektroden-

19.08.99

-3-

schicht der Innenelektrode, die an einer Seite kontaktiert ist, vollständig bis an das Ende der anderen Seite geführt und dabei überbrückt die an der jeweils anderen Seite liegende Außenelektrode diese Schicht zur Vermeidung eines Kurzschlusses. Die wechselseitige Kontaktierung ist derart aufgebaut, dass jeweils zwei Innenelektroden, die eine anderspolige Innenelektrode, die auf der gegenüberliegenden Seite kontaktiert ist, einschließen, auf einer Seite gemeinsam kontaktiert sind. Abwechselnd ist nun jeweils eine dieser gemeinsam kontaktierten Innenelektroden unter Bildung einer neutralen Phase nicht bis an das Ende der Piezolagen und die andere bis an das Ende der Piezolage geführt.

Es ist eine Kontaktierung mit Außenelektroden möglich, bei der auf einfache Weise in dem Bereich, in dem die andere, an der nicht kontaktierte Seite bis an das Ende geführte Innenelektrode liegt, eine Isolationsschicht angebracht ist. Die Außenelektroden können dabei aus einem elektrisch leitenden Sieb oder Netz bestehen. Die Form der Außenelektrode kann hier auch ein einfacher Metallstreifen sein, wobei dieser vorzugsweise aus einem leitenden Material mit ähnlichem Ausdehnungskoeffizienten wie das Keramikmaterial der Piezolagen, z.B. Invar, sein kann.

Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform sind jedoch die Außenelektroden vorteilhafterweise Wellelektroden, die die andere, bis an das Ende der Piezolage geführte, nicht zu kontaktierende Innenelektrode in einem vorgegebenen Abstand wellenförmig überbrücken.

Es ist somit mit den zuvor genannten Ausführungsformen möglich, durch das partielle Außenkontaktieren jede zweite Innenelektrode bis nach außen zu führen. Mit dieser Maßnahme und einer partiell abgesetzten Außenelektrode, wie z.B. einer Wellelektrode, die nur im Bereich der Au-

19.05.99

-4-

Benkontaktierung angeschlossen ist und zu der nicht zu kontaktierenden Innenelektrode beispielsweise einen Abstand von ca. 50  $\mu\text{m}$  aufweist, kann hier eine Kurzschluss vermieden werden und die Dehnung im Außenbereich, durch die Verkleinerung der neutralen Phasen, insgesamt deutlich erhöht werden, so dass die Gefahr einer Rissbildung vermindert ist.

Es ist weiterhin vorteilhaft, wenn der Mehrschichtaufbau der Piezolagen jeweils am Ende der gefalteten Lagen mit einer elektrisch isolierenden Keramikplatte versehen ist.

Diese und weitere Merkmale von bevorzugten Weiterbildungen der Erfindung gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombinationen bei der Ausführungsform der Erfindung und auf anderen Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführungen darstellen können, für die hier Schutz beansprucht wird.

#### Zeichnung

Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Piezoaktors werden anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Figur 1 einen Schnitt durch einen Piezoaktor mit einem Mehrschichtaufbau von Lagen aus Piezokeramik und mit wechselseitig kontaktierten Innenelektroden und wellförmigen Außenelektroden;

Figur 2 einen Seitenansicht nach der Linie A-A der Figur 1 und

19.08.99

-5-

Figur 3 eine Teilansicht eines Ausführungsbeispiels mit isolierten Bereichen im Bereich der jeweils nicht kontaktierten, nach außen geführten Innenelektrode.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Figur 1 ist ein Piezoaktor 1 gezeigt, der in an sich bekannter Weise aus Piezofolien 2 eines Quarzmaterials mit einer geeigneten Kristallstruktur aufgebaut ist, so dass unter Ausnutzung des sogenannten Piezoeffekts bei Anlage einer äußeren elektrischen Spannung an Innenelektroden 3 und 4 sowie 5 und 6 etc. über außen kontaktierte Außenelektroden 7 und 8 eine mechanische Reaktion des Piezoaktors 1 erfolgt.

Aus der Figur 1 ist weiterhin ersichtlich, dass die Außenelektroden als Wellelektroden 7 und 8 ausgeführt sind, die an Kontaktflächen 9 und 10 mit jeweils zwei, die gleiche Polarität aufweisenden Innenelektroden kontaktiert sind. Jede zweite der Innenelektroden mit jeweils gleicher Polarität 3, 5 oder 4, 6 ist bis an das andere Ende des Piezoaktors 1 durchgeführt und hierbei durch eine Welle 11 der jeweiligen nicht zu kontaktierenden Außenelektrode 7 und 8 von dieser isoliert.

Auf die äußeren Piezolagen der Folien 2 ist noch jeweils eine elektrisch isolierende Kopfplatte 12 und eine Fussplatte 13 aufgebracht, durch die der gesamte Piezoaktor 1 nach außen hin abisoliert werden kann.

Zur Verdeutlichung des Ausführungsbeispiels nach der Figur 1 ist in Figur 2 eine Seitenansicht nach A-A aus der

19.05.99

9

-6-

Figur 1 gezeigt, bei der die Außenelektrode 8 in der Draufsicht zu erkennen ist. Die gleichen Bauteile sind hier mit den identischen Bezugszeichen versehen.

Aus Figur 3 ist ein zweites Ausführungsbeispiel eines Piezoaktors 1 mit einer anderen Außenkontaktierung 16 zu entnehmen. Hier ist eine einfache Metallfolie 14 als Außenelektrode vorhanden, die im Bereich der nicht zu kontaktierenden Innenelektroden 5 etc. an einer dazwischen angebrachten Isolationsschicht 15 anliegt. Somit kann auch hier der gleiche Effekt, wie beim Ausführungsbeispiel nach den Figuren 1 und 2 erreicht werden.

R. 36082

Patentansprüche

1) Piezoaktor, mit

- einem Mehrschichtaufbau von Piezolagen (2) und dazwischen angeordneten Innenelektroden (3,4,5,6),
- einer wechselseitigen seitlichen Kontaktierung der Innenelektroden (3,4,5,6) mit Außenelektroden (7,8;14), wobei im Bereich zwischen zwei Piezolagen (2), die eine an der jeweils gegenüberliegenden Seite kontaktierte Innenelektrode (3,5 bzw. 4,6) aufweist, an der jeweils anderen Seite eine neutrale Phase ohne Elektroden-schicht vorhanden ist, wobei
- in vorgegebenen Abständen jeweils eine Elektroden-schicht der Innenelektrode (5,6), die an einer Seite kontaktiert (9,10) ist, vollständig bis an das Ende der anderen Seite geführt ist und dabei die an der jeweils anderen Seite liegende Außenelektrode (7,8) diese Schicht zur Vermeidung eines Kurzschlusses überbrückt.



2) Piezoaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

- die wechselseitige Kontaktierung derart aufgebaut ist, dass jeweils zwei Innenelektroden (3,5), die eine anderspolige Innenelektrode (4) einschließen auf einer Seite gemeinsam kontaktiert (10) sind, wobei abwechselnd jeweils eine Innenelektrode (3) unter Bildung der neutralen Phase nicht bis an das Ende der Piezolage (2) geführt ist und die andere (5) bis an das Ende der Piezolage (2) geführt ist.

3) Piezoaktor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass

- in dem Bereich, in dem die andere an der nicht kontaktierte Seite bis an das Ende geführte Innenelektrode (5) liegt ist, eine Isolationsschicht (15) angebracht ist.

4) Piezoaktor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Außenelektroden (14) aus einem elektrisch leitenden Metallstreifen, einem Sieb oder Netz bestehen.

5) Piezoaktor nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Außenelektroden aus Wellelektroden (7,8) bestehen, die die andere, bis an das Ende der Piezolage (2) geführte nicht zu kontaktierende Innenelektrode (5,6) in einem vorgegebenen Abstand wellenförmig überbrückt.

19.05.99

AZ

-9-

6) Piezoaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- der Mehrschichtaufbau der Piezolagen (2) jeweils am Ende der gefalteten Lagen mit einer elektrisch isolierenden Keramikplatte (12,13) versehen ist.

7) Piezoaktor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- der Piezoaktor (1) zur Betätigung eines mechanischen Bauteils wie ein Ventil oder dergleichen heranziehbar ist.

R. 36082

### Zusammenfassung

Es wird ein Piezoaktor, beispielsweise zur Betätigung eines mechanischen Bauteils vorgeschlagen, bei dem mit einem Mehrschichtaufbau von Piezolagen (2) und dazwischen angeordneten Innenelektroden (3,4,5,6) eine wechselseitigen seitlichen Kontaktierung der Innenelektroden (3,4,5,6) mit Außenelektroden (7,8;14) vorhanden ist. In vorgegebenen Abständen ist jeweils eine Elektrodenschicht der Innenelektrode (5,6), die an einer Seite kontaktiert (9,10) ist, vollständig bis an das Ende der anderen Seite geführt ist und dabei überbrückt die an der jeweils anderen Seite liegende Außenelektrode (7,8) diese Schicht zur Vermeidung eines Kurzschlusses.

(Figur 1)

19.06.99

13

1 / 1

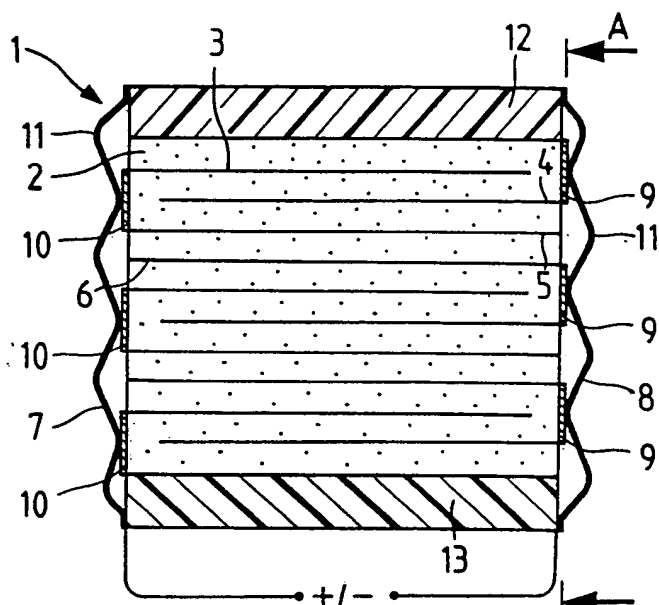


Fig.1

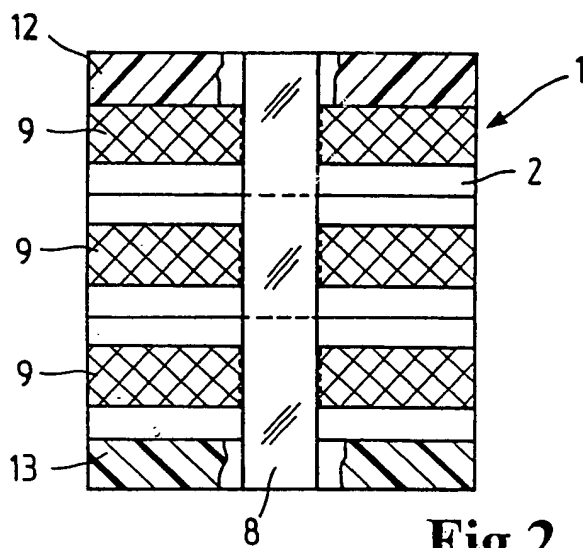


Fig.2

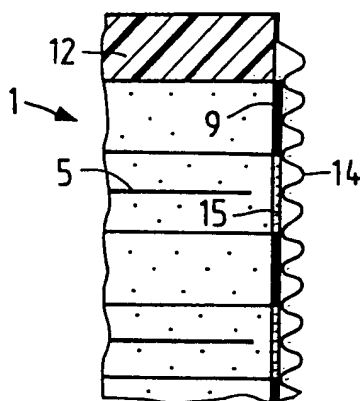


Fig.3